# ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU NANOPLANCTON MARIN DE L'ARCHIPEL DES KERGUELEN (T.A.A.F.).

Hubert HÉDOIN et Alain COUTÉ

Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue Buffon, 75005 PARIS

RÉSUMÉ - Les auteurs présentent les résultats d'un premier inventaire du nanoplancton du golfe du Morbihan, dans l'archipel des Kerguelen. Les observations à l'aide du microscope électronique à balayage aboutissent à la distinction de 58 taxons, dont 23 sont identifiés au niveau spécifique. Ils appartiennent aussi bien au compartiment zoonanoplanctonique que phytonanoplanctonique. Certains d'entre eux, comme les Parmales *Triparma laevis* et *Tetraparma pelagica*, n'ont jamais été décrits auparavant dans cet archipel. D'autres n'ont pu être déterminés et pourraient être nouveaux pour la science. Une tentative d'estimation quantitative des populations est proposée.

ABSTRACT - The results of an inventory concerning the nanoplankton of the "Golfe du Morbihan", in Kerguelen archipelago, are presented. Scanning electron microscopy allowed the observation of 58 taxa, 23 of which were identified to the species level. They either belong to phyto- or zoonanoplankton. Some of them, as *Triparma laevis* and *Tetraparma pelagica* (Parmales), are new for this part of the world. An attempt is made for a quantitative estimation of the populations.

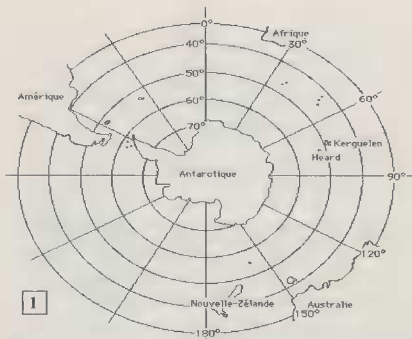
MOTS CLÉS : Nanoplancton marin, Kerguelen, Subantarctique, microscopie électronique à balayage, morphologie, systématique.

## INTRODUCTION

Peu d'études taxinomiques du phytoplancton ont été faites, jusqu'ici, dans l'archipel des Kerguelen (Terres Australes et Antarctiques Françaises) (O'Meara, 1876; Heiden & Kolbe, 1925). Aucune ne s'est intéressée aux organismes nanoplanctoniques. En effet, en raison de la petite taille de ses représentants (entre 2 et 20 µm), ce groupe, dénommé nanoplancton par Lohmann en 1909, passe souvent inaperçu. Or son importance dans l'écosystème océanique, aussi bien quantitative que qualitative, est maintenant reconnue. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes intéressés à ce compartiment de la chaine alimentaire, pour la zone du golfe du Morbihan, dans l'archipel des Kerguelen.

Par sa localisation géographique particulière (fig. 1), cette région subit des influences climatiques et océaniques variées, en relation avec la situation des fronts subtropical et antarctique. Ces fronts, qui se juxtaposent à cette longitude, se situent soit au nord, soit au sud des îles, selon la saison (Bernard & Lecal, 1960; Zernova, 1970; Kopozynska *et al.*, 1986). Le golfe du Morbihan, isolé de la pleine mer par une passe relativement étroite (fig. 2) et une remontée du fond à -30 m seulement, présente des caractéristiques différentes de celles de l'océan

Source : MNHN, Paris



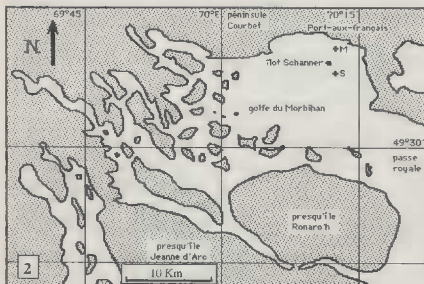




Fig. 1: régions antarctiques et situation de l'archipel des Kerguelen.

Fig. 2: golfe du Morbihan. Les stations de prélèvement sont repérées par des croix (point Marion, M. et ilot Schanner, S).

Source : MNHN, Paris

environnant. La température y est plus variable qu'au large, et la salinité y subit de fortes variations par le fait de forts apports fluviaux.

Ce travail ne constitue qu'une approche préliminaire de la nature et des successions des peuplements nanoplanctoniques dans le golfe du Morbihan.

## MATÉRIEL et MÉTHODES

### Prélèvements

La station de prélèvement (M) est localisée à proximité de la base de Port-aux-Français (fig. 2). Les échantillons d'eau ont été prélevés à partir d'une embarcation, à l'aide d'une bouteille Niskin de cinq litres, avec une fréquence hebdomadaire, de janvier à décembre 1989, ce qui correspond approximativement à 40 semaines d'études. Chaque série de prélèvements a consisté en des prises d'eau en surface, à -10 et à -20 mètres. Ainsi, au cours de l'année 1989, 120 échantillons de cinq litres ont été récoltés. Ils ont été conservés dans des bidons de plastique alimentaire, ramenés au laboratoire le plus rapidement possible et gardés en chambre froide. Un prélèvement a été effectué occasionellement le 20 février, au point S, situé plus près de la passe Royale.

### Filtration et fixation

Les filtrations ont, en général, été effectuées dans l'heure qui suivait le prélèvement. Les filtres Millipore utilisés avaient un diamètre de 13 ou 25 $\mu$m, et une porosité de 0,22, 0,45 ou 0,80 $\mu$m. Après homogénéisation par agitation et préfiltration sur une toile de 100 $\mu$m de vide de maille pour éliminer les particules de grande taille, des volumes de 10 ou 100 ml des prélèvements ont été filtrés, à l'aide d'une seringue, sur support Swinnex. La pression était maintenue la plus faible possible, pour réduire les risques d'endommager les organismes. Les filtres encore humides ont été plongés dans le fixateur (solution à 2 ‰ final de glutaraldéhyde dans du tampon cacodylate de sodium (0,2 M à pH 7)), préparé avec de l'eau de mer du lieu de prélèvement filtrée au préalable sur Millipore de porosité 0,22 $\mu$m. Le matériel fixé a été conservé tel quel à 4°C.

### Préparations pour microscopie photonique (= M.P.)

Ces préparations ont été réalisées pour servir de documents de référence et déterminer les filtres intéressants à observer en M.E.B.. Elles ont été confectionnées avec des fragments de filtres dont le diamètre était de 25 $\mu$m et les porosités de 0,45 et 0,80 $\mu$m. Des volumes de 100 ml ont été filtrés. Cinq heures après la fixation, le filtre a été rincé délicatement à l'eau distillée. Plusieurs portions en ont été découpées, puis colorées à l'hématoxyline de Short ou au violet de crésyl (Langeron, 1949; pages 567 et 579), qui permettent une bonne coloration globale des organismes. Elles ont ensuite été déshydratées progressivement à l'éthanol puis à l'acétone, et montées entre lame et lamelle, dans une résine synthétique, le Malinol, 3C242. Celle-ci rend le filtre transparent de sorte que la matière qui le compose ne gêne quasiment plus l'observation à l'aide du microscope photonique.

### Préparations pour microscopie électronique à balayage (= M.E.B.)

Les résultats présentés ont été obtenus à partir de ces préparations. Elles ont été réalisées avec les filtres de 13 mm de diamètre et de 0,22 $\mu$m de porosité. Cette dernière a été choisie de façon à retenir les organismes de très petite taille.

Source : MNHN, Paris

Les diamètres du filtre et du porte-objet du microscope électronique à balayage coïncident. Les volumes filtrés ont été, pour tous les filtres observés en M.E.B., 10 ml, et la surface filtrante 69,4 $\mu m^2$.

Après 24 heures de fixation, les filtres ont été disposés dans des tubes d'Ependorf de 1 cm de diamètre et 3,5 cm de hauteur, la face portant les cellules tournée vers l'intérieur du tube. Ils ont été maintenus dans le fixateur jusqu'à leur étude.

Pour réaliser la déshydratation, ces tubes ont été percés de petits trous pour permettre les échanges de liquides, et placés dans des piluliers. Les filtres ont ainsi pu être rincés, sans turbulences, à l'eau distillée, pour éliminer toute trace de fixateur et de sel. Ils ont ensuite été déshydratés à l'aide de solutions aqueuses d'éthanol (deux à trois heures pour chaque bain) de concentration croissante, jusqu'à l'alcool absolu. Ils ont ensuite été traités par la méthode dite du point critique, à l'aide de dioxyde de carbone liquide puis montés sur porte-objet avec de l'adhésif double face et métallisés à l'or-palladium. Les observations et les microphotographies ont été réalisées sur le microscope électronique à balayage JEOL JMS 840 A, du Service Commun des Laboratoires des Sciences de la Vie du Muséum National d'Histoire Naturelle.

Pour l'étude systématique, 17 filtres ont été étudiés au microscope électronique à balayage. Ces derniers ont été choisis de façon à donner une idée des différences de densité et de composition du nanoplancton au cours de l'année, en tenant compte des observations optiques préalables.

Des essais de comptage ont été tentés à partir de photographies. Ils ont porté sur des filtres où les taxons étaient facilement identifiables et en nombre significatif. Les grossissements retenus ont été: 3000 pour les bactéries, 300 pour la plupart des Diatomophycées pennées et 200 pour les plus grosses de ces dernières ainsi que pour les Euglenophytes. Les numérations ont été faites sur la surface de 10 microphotographies (Hill & Hawkins, 1990). La moyenne des valeurs obtenues a été rapportée à la surface totale du filtre donnant ainsi une estimation du nombre d'individus présents dans le volume filtré. Le tout a été ensuite ramené au litre.

## RÉSULTATS

les essais de comptage ont permis de donner une première idée des concentrations des organismes les plus abondants. Les résultats sont présentés dans le tableau I.

**Espèces rencontrées**

Parmi les 58 taxons observés, 40 ont pu être rattachés à un groupe et 23 seulement ont été identifiés à l'espèce. Pour certains, les forts grossissements nécessités par les faibles dimensions cellulaires, n'ont pu être utilisés en raison de la mauvaise adhérence des cellules sur le support. Pour d'autres, non observés dans les préparations de microscopie photonique, l'impossibilité de distinguer leur éventuelle pigmentation, a empêché de trancher quant à leur rattachement au règne animal ou végétal. Certains, enfin, sont sans doute inconnus pour la science, et il a été impossible de déterminer leur position systématique.

Source : MNHN, Paris

| Date | Organismes dénombrés | Grandissement utilisé | Surface de l'aire de comptage ($\mu m^2$) | Résultats millions.$l^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|
| [redacted] avril 1989 | Bactéries | x 3000 | 1 161,3 | 720 |
| 22 juillet 1989 | Bactéries<br>Anisonema sp.<br>Navicula sp.1<br>Nitzschia sp. | x 3000<br>x 300<br>x 300<br>x 300 | 1161,3<br>116,13<br>116,13<br>116,13 | 520<br>absents<br>0,6<br>1,4 |
| 11 octobre 1989 | Anisonema sp.<br>Navicula sp. 1 et<br>Nitzschia sp. | x 200<br><br>x 200 | 1714,3<br><br>1714,3 | 0,3<br><br>1,5 |

Tableau I: résultats des essais de comptage.

## Liste des taxons rencontrés au cours de l'étude des échantillons.

### PHYTOPLANCTON

**Diatomophycées centriques**

- *Chaetoceros cinctus* ( spore de repos ) Gran, 1897.
- *Minidiscus chilensis* Rivera et Koch, 1982.
- *Porosira glacialis* ( Grünow ) Jorgensen, 1905.
- *P. pseudodenticulata* ( Hustedt ) Zhuse *et al.*, 1962.
- *Skeletonema costatum* ( Greville ) Cleve, 1873.
- *Thalassiosira minima* Gaarder emend. Hasle, 1973.
- *T. oceanica* Hasle, 1983.

**Diatomophycées pennées**

- *Achnantes marginulata* Grünow. In Cleve & Grünow, 1880.
- *A. minutissima* Kützing, 1833.
- *Achnantes* Bory de St Vincent, 1822 sp.
- *Cocconeis costata* Gregory, 1855.
- *C. diminuta* Pantocsek, 1902.
- *C. scutellum* var. *ampliata* Grünow. In Van Heurck, 1880 à 1885.
- *C. scutellum* var. *ornata* Grünow. In Van Heurck, 1880 à 1885.
- *C. stauroneiformis* (Smith) Okuno, 1957.
- *Cocconeis* Ehrenberg sp. (cf. *californica* var. *kerguelensis* Heiden & Kolbe, 1925)
- *Fragilaria* Bory de St Vincent 1822 sp.
- *Navicula* Bory de St Vincent emend. Cox 1979, sp 1.
- *Navicula* Bory de St Vincent emend. Cox 1979, sp 2.
- *Nitzschia frustulum* var. *perminuta* Grünow. In Van Heurck, 1880 à 1885.
- *Thalassionema nitzschioides* var. *parva* Grünow, 1862.

**Chrysophycées**

- *Tetraparma pelagica* Booth & Marchant, 1987.
- *Triparma laevis* Booth & Marchant, 1987.

Source : MNHN, Paris

**Euglenophycées**

- *Anisonema* Dujardin, 1841 sp.

**Prasinophycées**

- *Pyramimonas* Schmarda, 1849 sp.

**Chlorophycées.**

- *Chlamydomonas* Ehrenberg 1835 sp.

## ZOOPLANCTON

**Choanoflagellés**

- *Acanthoecopsis unguiculata* Thomsen, 1973.
- *Bicosta* Leadbeater, 1978 sp.
- *Calliacantha multispina* Manton et Oates, 1979.
- *Diaphanoeca grandis* var. *minor* Ellis, 1930.
- *Parvicorbicula socialis* Meunier, 1910.
- *Stephanoeca diplocostata* var. *paucicostata* Throndsen, 1969.

**Héliozoaires**

- *Pinaciophora denticulata* Thomsen, 1978.

## INDÉTERMINÉS

- Prasinophycées: 1.
- Chrysophycées: 1.
- Cryptophycées: 1.
- Euglenophycées: 1.
- Ciliés: Hypotriche: 1, Oligotriche: 1, Stichotriche: 1.
- Flagellés divers: 6 indéterminés.
- Formes amiboïdes: 3.
- Formes coccoïdes ou kystes: 8.
- Forme non rattachée à un groupe: 1.

Quelques espèces sont présentées pour illustrer la diversité du nanoplancton marin de l'archipel des Kerguelen. Ce sont soit les espèces les plus fréquentes, soit celles qui sont rencontrées pour la première fois dans l'archipel, ou encore des espèces inconnues.

## PHYTONANOPLANCTON

## CHROMOPHYTES

**Diatomophycées**

***Cocconeis scutellum* var. *ornata* Grünow. Fig. 8**

Valve elliptique de 22,5 µm de longueur et 17,5 µm de largeur. Sur la valve sans raphé, les aréoles sont circulaires, disposées en lignes longitudinales parallèles au pseudoraphé (flèche simple), jusqu'au bord de la valve. Elles forment des rangs plus ou moins radiaires, courbés vers les parties apicales. Pseudoraphé étroit et linéaire. Dans cette variété, les valves observées ont 9

Source : MNHN, Paris

aréoles en 10 µm dans les lignes longitudinales et 9 lignes dans les rangées radiaires, en 10 µm. Les rangs d'aréoles se divisent seulement en deux au bord de la marge (flèche double), ce qui distingue ce taxon de la variété *ampliata* Grünow, aussi présente dans nos échantillons, et dont les rangs forment une aire finement ponctuée.

Cette espèce est d'affinité benthique, se développant parfois sur le substrat, comme le présentent Poulin *et al.* (1984 a) dans l'étude en M.E.B. des Diatomophycées des zones côtières du Québec.

***Cocconeis* Ehrenberg sp. (cf. *californica* var. *kerguelensis* Heiden et Kolbe) Fig. 6 et 7**

Seules des valves sans raphé ont été observées. Elles sont elliptiques à ovales (9 à 16 µm de longueur, et 5,5 à 10,5 µm de largeur). Valves planes, avec une dépression longitudinale le long de l'axe apical (flèche simple). Aréoles ovales à linéaires, 13 à 19 en 10 µm, en rangs parallèles longitudinaux. Le premier rang de chaque côté correspond à la dépression longitudinale. Un cercle marginal de deux rangs d'aréoles (10 à 12 en 10 µm) proche du bord de la valve. L'aréole la plus proche du bord est plus petite (flèche double). Une aire hyaline peut séparer les rangs longitudinaux du cercle marginal. Dans les valves les plus petites, cette aire est réduite jusqu'à être indistincte (fig. 6). Cette espèce est plutôt localisée dans les zones côtières, comme le montre l'étude de Poulin *et al.* (1984 a) qui présente également des observations en M.E.B.. Elle a déjà été rencontrée dans le golfe du Morbihan par Riaux-Gobin (comm. pers.).

***Minidiscus chilensis* Rivera et Koch. Fig. 10**

Valve circulaire de 2,5 à 3,5 µm de diamètre. Aire centrale entourée par une élévation externe (flèche simple). Pas de processus marginaux. Trois processus renforcés, éloignés de la marge, définissant un triangle isocèle, et dont deux sont situés au sommet de l'élévation. Entre ceux-ci, se situe un processus labié (flèche double), bien reconnaissable sur la photographie par sa forme allongée.

Cette espèce a été trouvée dans des zones côtières, en Argentine et au Chili et décrite au M.E.B. (Rivera & Koch, 1982; Ferrario, 1988). Elle n'a pas été signalée dans l'archipel des Kerguelen auparavant.

***Navicula* Bory de St Vincent emend. Cox sp. 1. Fig. 4**

Espèce très fréquente. Dans l'étude de Riaux-Gobin & Chrétiennot-Dinet (1988) concernant les Diatomophycées benthiques marines de l'archipel des Kerguelen, elle est signalée comme toujours présente, sans fluctuations quantitatives significatives, dans les sédiments du golfe du Morbihan.

Valves elliptiques lancéolées, de 8,5 à 11 µm de longueur, pour 2,5 à 4,5 µm de largeur. Ponctuations disposées parallèlement à l'axe longitudinal, en rangs parallèles à l'axe transapical. 16 à 24 stries en 10 µm, chacune comprenant 30 à 50 ponctuations en 10 µm. Le raphé est courbe à ses extrémités, délimitant ainsi des nodules apicaux (flèche simple). Il se termine à la limite de l'aire centrale, par un pore. Aire axiale étroite, rectiligne. Aire centrale dilatée latéralement, formant ainsi une surface hyaline rectangulaire, limitée de chaque côté par une strie réduite (flèche double). Une forme de Diatomophycée très semblable est présentée dans l'étude de Buck & Garrison (1983) des protistes de la région de la mer de Weddell (Antarctique), à l'aide du M.E.B.. *Navicula* sp. 2 que nous avons également rencontrée, est beaucoup moins fréquente.

Source : MNHN, Paris

***Nitzschia frustulum* var. *perminuta* Grünow, in Van Heurck. Fig. 3**

Espèce de Diatomophycée rencontrée très fréquemment dans la majorité des échantillons (longueur: 16 à 21 µm; largeur: 2,5 à 3 µm). 29 stries en 10 µm. Les ponctuations sont disposées en rangs réguliers longitudinaux (4 ou 5 sur la largeur de la valve). Ce taxon a été décrit par Hustedt (1942), comme une forme très largement répandue et d'une grande variabilité. En effet, cet auteur décrit des frustules dont la taille varie de 15 à 50 µm de longueur, selon l'origine géographique (Laponie; lac de Luzon). Elle est également présente dans les lacs salés de l'Utah (U.S.A.), à proximité de sources chaudes (Kaczmarska & Rushforth, 1982).

Dans nos échantillons, cette espèce est dominante. Au mois d'août 1989, c'est à dire en plein hiver, elle constitue une partie importante de la flore nanoplanctonique. Elle est accompagnée de *Navicula* sp.1. en quantité moindre. D'après les observations en microscopie photonique, ces taxons semblent plus représentés dans la couche d'eau voisine de la surface que dans celle située plus près du fond, à -20 m.

***Thalassionema nitzschioides* var. *parva* Grünow. Fig. 5**

Valves linéaires avec apex obtus (14 à 17 µm de longueur et 3 à 3,7 µm de largeur). Une seule rangée d'aréoles périphériques (flèche) à l'aspect trilobé très particulier, en bordure de la valve (11 à 15 aréoles en 10 µm).

Espèce rare ici, rencontrée à deux reprises seulement dans cette étude. Elle apparait en M.E.B. dans une étude des algues benthiques littorales de Poulin *et al.* (1984 b), et dans l'inventaire des Diatomophycées sédimentaires de la mer du japon, de Tsoy (1988). Manguin (1954, microscopie photonique) a mentionné des individus de ce taxon, de petite taille, à Heard, situé a 200 Km au sud de l'archipel des Kerguelen. De même, sa présence a été signalée à Kerguelen dans l'inventaire de Heiden & Kolbe (1925).

***Thalassiosira minima* (Gaarder) Hasle. Fig. 9**

Cellule circulaire en vue valvaire (diamètre: 4 à 7 µm). Le cingulum peut se développer jusqu'à recouvrir le manteau. Il porte deux rangs de ponctuations fines (8 à 9 en 10 µm). Face valvaire plane à légèrement déprimée dans sa partie centrale. Dans cette zone, les aréoles sont plus ou moins hexagonales. Leur taille diminue du centre vers le bord de la valve: 2 à 2,5 en 1 µm au centre, et 4 en 1 µm près du bord. Elles présentent un foramen externe circulaire plus ou moins constricté. Un processus central et un rang de processus renforcés marginaux, séparés du bord par une aréole. A peu près quatre processus en 10 µm (flèche simple); 6 à 8 processus renforcés par valve. Un processus labié marginal (flèche double) dont l'extension externe du tube est plus importante que celle des processus renforcés. Il est situé entre deux processus renforcés, légèrement décalé vers l'un d'eux.

Les valves observées ont une taille légèrement inférieure à celle décrite par Hasle (1980) à l'aide d'observations en M.E.B., et présentent des aréoles légèrement plus importantes. De plus cet auteur décrit deux processus centraux, rarement un ou trois. Ici, toutes les valves observées n'ont qu'un processus central (flèche triple). La répartition de cette espèce, conspécifique avec *T. floridana*, est détaillée dans l'étude de Hasle (1976). *T. minima*, identifié avec certitude grâce aux forts grandissements autorisés par le M.E.B., n'a encore jamais été décrit dans l'archipel des Kerguelen.

Source : MNHN, Paris

Remarque: des spores de repos, dont l'ornementation et la taille sont très semblables à celles des frustules de *T. minima*, ont été récoltées dans le prélèvement du 20 février 1989, à proximité de l'îlot Schanner (fig. 2, station S), en surface. Il pourrait donc s'agir des statospores de cette espèce, qui n'ont, jusqu'à présent, jamais été décrites.

**Chrysophycées**

***Tetraparma pelagica* Booth et Marchant. Fig. 11**

Plusieurs de ces organismes, appartenant à l'ordre des Parmales, ont été rencontrés dans les prélèvements du 29 mai et du 22 juillet 1989, en nombre plus important dans ce dernier. Cellules sphériques, de 2,7 à 3 $\mu$m de diamètre, recouvertes de plaques siliceuses circulaires (diamètre: 1,8 à 2,3 $\mu$m) ou triradiées (à bras de 1,0 à 1,2 $\mu$m de longueur). Ces plaques, ainsi que leurs bords qui sont légèrement surélevés, présentent des papilles. Les plaques circulaires portent en leur centre une épine de 0,3 $\mu$m de longueur (flèche). Espèce observée, à notre connaissance, seulement dans le Pacifique antarctique (Nishida, 1979), le nord Pacifique (Booth *et al.*, 1980), et à proximité du continent antarctique (Buck & Garrison, 1988).

***Triparma laevis* Booth et Marchant. Fig. 12**

Une seule cellule de cette espèce de Parmales a été rencontrée (prélèvement du 29 mai 1989). Elle est de forme sphérique (3 $\mu$m de diamètre), et porte des expansions siliceuses en forme d'ailes (flèches). Cette espèce a déjà été observée auparavant (Nishida, 1979; Booth *et al.*, 1980; Buck & Garrison 1988) dans les mêmes localisations que *Tetraparma pelagica*. Elles ont toutes deux été décrites uniquement à l'aide de la M.E.B..

**Euglenophycées**

***Anisonema* Dujardin sp. Fig. 15**

La cellule, de 50 $\mu$m de longueur, porte des stries longitudinales (environ 20) légèrement spiralées sur la partie la plus postérieure. Elle présente une gouttière, et l'orifice d'où émergent les deux flagelles est subapical. Le plus long et le plus épais de ces appendices mesure 65 $\mu$m de longueur et 1,5 $\mu$m de diamètre à la base. Il porte des mastigonèmes, apparemment alignés sur un seul côté (flèche). Le plus court n'atteint que 40 $\mu$m de longueur, au maximum, et n'est pas rigide comme le plus grand, qui atteint 60 $\mu$m. Certains individus possèdent une striation double, chaque strie étant formée de deux plis. Ils appartiennent peut-être à une deuxième espèce.

Bien que les eugléniens de ce genre se trouvent généralement plutôt dans le sédiment, nous avons ici une forme qui est, au moins temporairement, planctonique. Elle se situe dans la même couche d'eau que *Nitzschia frustulum* et *Navicula* sp. 1. En microscopie photonique, il apparaît que cet organisme ingère des Diatomophycées de petite taille. On peut donc penser que, comme beaucoup d'Euglenophytes incolores, cette espèce consomme certains éléments du nanoplancton. Ils jouent sans doute un rôle important dans la chaine trophique et par son grand nombre, participe peut-être de façon active aux fluctuations des populations de microalgues.

Source : MNHN, Paris

**Prasinophycées**

*Pyramimonas* Schmarda sp. Fig. 13

Observé en M.P. et en M.E.B., cet organisme se reconnait aisément grâce à sa morphologie caractéristique qui présente un cratère au fond duquel sont insérés les quatre flagelles. Cellule de 5 à 6 $\mu m$ de longueur, et de 5 à 6 $\mu m$ de diamètre. Les quatre flagelles sont égaux et atteignent environ 10 $\mu m$ de longueur. La cellule porte des petites écailles d'environ 0,2 $\mu m$ de diamètre (flèche), disséminées à la périphérie du corps cellulaire. L'impossibilité d'observer leur ornementation ■ interdit la détermination de l'espèce.

Rencontrée à la fin de l'automne et au printemps en abondance (plus de 20 cellules rencontrées par préparation, les 08 mai, 25 sept., 11 oct. et 29 nov.).

## ZOONANOPLANCTON.

**Choanoflagellés**

Ce sont des organismes incolores, présentant une collerette qui encercle un flagelle. La cellule est entourée d'une logette caractéristique, la lorica, faite de baguettes siliceuses. Bien que certaines études en M.E.B. aient présenté des Choanoflagellés (Throndsen, 1973; Hallegraeff, 1983), la plupart de ces organismes sont étudiés à partir d'observations faites en microscopie photonique ou en microscopie électronique à transmission.

*Acanthoecopsis unguiculata* Thomsen. Fig. 16

Organisme solitaire de 10 à 13 $\mu m$ de longueur, avec la lorica. Celle-ci porte 11 à 15 épines antérieures (flèche) issues de côtes longitudinales, et entoure la cellule (4 à 5 $\mu m$ de longueur et 2,5 à 3 $\mu m$ de diamètre). Les côtes transversales sont disposées en spirales irrégulières et sont plus resserrées dans la partie antérieure, à la base des épines.

Espèce déjà rencontrée en Norvège, à plusieurs reprises (Thomsen, 1973; Buck & Garrison, 1988. Microscopie électronique à transmission). Elle n'a pas été décrite auparavant dans l'archipel des Kerguelen.

*Parvicorbicula socialis* Meunier. Fig. 18

L'aspect de nos exemplaires est semblable à celui décrit par Meunier (1910) en microscopie photonique et par Throndsen (1970) en microscopie électronique à transmission: une cellule entourée d'une lorica simple. Cette dernière est constituée de 2 côtes transverses seulement et de 9 côtes rayonnantes. En diamètre, la première côte transverse (flèche simple) atteint 9 $\mu m$, la deuxième (flèche double) 4 $\mu m$, tandis que le corps cellulaire (flèche triple) ne mesure que 2,5 $\mu m$. Toutefois, bien que ce dernier ait pu varier lors du traitement par le point critique, la cellule est nettement plus petite que celle décrite par les auteurs précédents. Cette espèce est très largement répandue: Mer de Kara (océan arctique, Meunier, 1910), Terre François-Joseph, détroit du Danemark et côte est du Groënland (Braarud, 1935), sud de la Nouvelle Ecosse, Atlantique entre l'Irlande et le Portugal (Gaarder, 1954) et Terre Adélie, Antarctique (Deflandre, 1960). Elle n'a jamais été décrite auparavant dans l'archipel des Kerguelen.

Source : MNHN, Paris

***Stephanoeca diplocostata* var. *paucicostata* Throndsen. Fig. 17**

Organisme solitaire entouré d'une lorica constituée de deux chambres sphériques: une antérieure (7 µm de longueur; flèche simple) et une postérieure, plus petite (6 µm de longueur; 6 à 7,5 µm de diamètre). La cellule (2,5 µm de longueur et 2 µm de diamètre) est située entre les deux chambres. Environ 15 côtes plus ou moins longitudinales sont dénombrées, et la partie postérieure comporte quatre côtes transverses. A la base de la chambre postérieure, se trouvent deux côtes transverses accolées (flèche double). L'aspect et l'arrangement des côtes peuvent être très désordonnés. Comme *Acanthoecopsis unguiculata*, cette espèce a déjà été rencontrée dans les eaux norvégiennes (Throndsen, 1969; Thomsen, 1973. Microscopie électronique à transmission). Elle n'a pas été signalée auparavant dans l'archipel des Kerguelen.

Héliozoaires

***Pinaciophora denticulata* Thomsen. Fig. 19**

Unicellulaire sphérique dont le corps, couvert d'écailles, émet des pseudopodes rayonnants. En microscopie photonique, les écailles sont peu visibles (3 à 3,5 µm de diamètre). La reconnaissance spécifique ne peut se faire que par l'ultrastructure de ces écailles. Elles seules ont été rencontrées au cours de cette étude. Elles sont percées de cinq (parfois six) trous circulaires (0,4 µm de diamètre) disposés sur un cercle concentrique dans la partie médiane de la plaque. Un trou central, legèrement plus petit (0,3 µm), est toujours présent. A la périphérie des écailles se trouve une plage de 0,3 à 0,4 µm de largeur, occupée par des perforations très fines (flèche). Le bord des écailles forme un léger bourrelet.

Thomsen (1978, microscopie électronique à transmission) a montré la nature de ces écailles et leur appartenance à une espèce d'Héliozoaires. Précédemment, ces écailles avaient été assimilées au genre de Diatomophycées *Potamodiscus* (Gerloff, 1968; Nishida, 1979; 1985). Thomsen a décrit un deuxième type d'écailles, très difficile à repérer à cause de sa petite taille, et non observé ici. Cette espèce, signalée par Thomsen (1979) à proximité de la Finlande, n'a encore jamais été décrite dans l'archipel des Kerguelen.

## ORGANISMES INDÉTERMINÉS.

Certaines formes sont vraisemblablement nouvelles pour la science. Le petit nombre d'exemplaires observés, l'impossibilité de savoir s'ils sont photosynthétiques ou non, ou la qualité insuffisante des clichés, ne permettent pas de trancher quant à leur position taxinomique. Une étude complémentaire pourra permettre, vraisemblablement, de les classer. Quelques uns sont présentés ici pour information.

**Espèce indéterminée 1. Fig. 20**

Organisme rencontré en très petit nombre, dans les prélèvements des 20 février, 24 avril, 29 mai, 17 août et 18 septembre. D'après les observations en M.P., la cellule semble incolore et, à la périphérie, seules les bases des épines sont visibles. En M.E.B., la cellule apparait circulaire, aplatie (2 à 3,5 µm de diamètre). La surface est plane ou concave, et présente des perforations de très petit diamètre, inférieur à 0,05 µm. Le bord de la cellule porte une couronne de 12 à 14 "épines" ou "soies" rayonnantes, qui atteignent 6 µm de longueur pour un diamètre extrêmement faible (environ 0,07 µm). Elles sont régulièrement

Source : MNHN, Paris

réparties ou accolées deux à deux. Ces appendices sont coniques à la base et portés par un pédicelle court (flèche), de 0,2 µm de hauteur environ. Une petite collerette sépare le pédicelle de la base de l'épine. La nature de ces épines et de l'enveloppe cellulaire pourrait être connue grâce à l'utilisation d'une microsonde.

**Formes amiboïdes. Fig. 21**

Plusieurs espèces se distinguant les unes des autres par la taille et la forme générale, ont été rencontrées. Certaines sont apparues en nombre assez important dans certaines récoltes. Bien que leur taille soit souvent supérieure à 20 µm, essentiellement à cause du développement des pseudopodes (flèche), ces organismes peuvent passer à travers les mailles du filet grâce à leur grande plasticité.

La détermination de ce groupe est très délicate, fondée en partie sur les mouvements de l'organisme au cours du déplacement et sur l'aspect du cytoplasme. Leur appartenance au règne végétal ou animal reposant sur la présence ou l'absence d'un appareil plastidial pigmenté, impossible à préciser au M.E.B., serait à étudier par des observations sur le matériel vivant.

**Cryptophycées Fig. 14**

Une seule cellule a été vue, de forme ovoïde, dans le prélèvement du 11 janvier 1989. Le corps cellulaire (4,7 µm de longueur pour 3 µm de largeur) est couvert d'écailles hexagonales, qui se chevauchent en partie. Celles-ci sont semblables à ce qu'on peut trouver dans la genre *Cryptomonas*, d'après Santore (1984), mais la taille de l'organisme est nettement inférieure. La zone visible de ces écailles mesure 0,5 µm de longueur.

Selon Booth (1988), Cryptophycées et Dinophycées sont prédominantes dans le Pacifique subarctique. Il ne semble pas en être de même ici.

## DISCUSSION

**Avantages et inconvénients.**

Grâce à la méthode utilisée, une détermination des espèces de taille inférieure à 10 µm a été rendue possible. De plus, seul ce mode d'investigation permet le repérage des très petits organismes. De même, la bonne conservation du matériel offre la possibilité de reconnaître certaines structures. En revanche, pour les organismes dont la morphologie ne suffit pas pour conclure sur leur position systématique, l'absence de vues des structures internes et des pigmentations éventuelles de plastes nuit à la détermination. Enfin, les préparations sont longues et les résultats ne sont obtenus que longtemps après les prélèvements. Ceci empêche la réalisation de nouveaux échantillonages qui pourraient être nécessaires.

Ainsi, sur les 58 taxons observés, 25 n'ont pu être identifiés. Le type d'informations apportées par la microscopie électronique à balayage, et la difficulté de repérer des organismes aussi ténus en microscopie photonique, n'ont pas permis de faire des corrélations entre les observations faites par ces deux modes d'investigation. Pour mener à bien ces déterminations, des études ultérieures s'avèrent nécessaires, avec d'autres moyens, comme la microscopie à épifluorescence, qui pourrait permettre de connaître la pigmentation éventuelle de ces organismes, la microscopie électronique à transmission, ou l'utilisation de

Source : MNHN, Paris

micro-sondes couplées au microscope électronique à balayage (Booth, 1988) qui viendraient compléter les éléments déjà acquis au cours de ce travail.

Les essais de comptage ont été faits sur un petit nombre d'espèces. Pour les taxons les moins abondants, il serait nécessaire d'obtenir une plus grande densité sur le filtre, de façon à avoir un échantillonage statistiquement représentatif (Genkal, 1989). Un tel problème ne s'est pas posé pour les groupes dénombrés ici, les plus abondants, la moyenne étant faite sur des quantités s'échelonnant de 80 à 500 individus.

**Répartition des espèces.**

Les observations effectuées sur les échantillons de nanoplancton récoltés dans le golfe du Morbihan, bien que restreintes puisque limitées à 17 filtres, permettent cependant de tirer quelques conclusions et de faire des comparaisons avec des études antérieures. Le nanoplancton du golfe est majoritairement composé de Diatomophycées accompagnées de quelques flagellés. Booth (1988), dans le Pacifique Nord, a observé le contraire: la majorité de la chlorophylle était due aux phytoflagellés. Dans notre cas, un prélèvement effectué le 20 février, plus près de la passe Royale (fig. 2, station S), permet de constater que les flagellés étaient plus nombreux hors du golfe et que leur nombre allait décroissant vers le fond de celui-ci. Ces organismes sont sans doute peu résistants aux variations de température ou de salinité des eaux du golfe.

Les Diatomophycées pennées sont habituellement d'origine benthique (Riaux-Gobin, comm. pers.). Leur abondance dans les couches d'eau de surface pourrait être due à leur remise en suspension par l'effet de l'hydrodynamisme qui les séparerait de leur support, fond ou frondes de *Macrocystis pyrifera* très nombreuses dans la zone de prélèvements. La turbidité de l'eau, plus forte ici que dans les régions océaniques voisines, pourrait aussi confiner ces espèces photosynthétiques à proximité de la surface.

En comparant avec des études faites en milieu pélagique dans des régions proches de ces îles (Sournia *et al.*, 1979; Nishida, 1986), nous constatons, ici, la prédominance d'une Diatomophycée autre que celles trouvées hors golfe: *Nitzschia cylindrus* (Grünow) Hasle, et *N. pseudonana* Hasle. Il apparaît, d'autre part, que les Dinophycées, pourtant présentes dans la région de l'archipel (genres *Gymnodinium* et *Gyrodinium;* Sournia *et al.*, 1979), et les Coccolithophoridées (dont la présence est signalée dans des eaux plus australes) sont peut-être absentes du golfe du Morbihan (il est possible que la préfiltration élimine ces groupes représentés seulement par de grandes formes). L'absence de ces taxons est probablement due à des variations de salinité et de température, plus marquées dans cette région qu'en milieu pélagique.

Les variations d'influence des différentes masses d'eau (de caractéristiques homogènes) en fonction de la situation des fronts voisins (zone de contact entre deux masses d'eau distinctes: les fronts sont une zone de transition rapide entre des masses d'eau de caractéristiques physiques et chimiques différentes), engendrent les développements de différents taxons selon les saisons. D'après Nishida (1986), le peuplement antarctique est caractérisé par une unique espèce de Coccolithophoridées (*Emiliana huxleyi* (Lohmann) Hay & Mohler), qui est accompagnée de Parmales. Bien que les Coccolithophoridées soient absentes en toutes saison dans nos observations, la présence de Parmales, typiques des eaux polaires, indique que l'archipel est, au moins durant les mois d'hiver, sous influence antarctique. Leur présence aussi loin du continent antarctique (Nishida ne les a pas mentionnées au nord de 57° lat. sud), peut être

Source : MNHN, Paris

due à la remontée du front polaire vers le nord. Inversement, *Skeletonema costatum*, présent au cours du printemps et de l'été, semble ne jamais avoir été observé aussi au sud: la mention la plus australe en a été faite par Hustedt (1958) à 49° de latitude sud.

Une descente des fronts au cours de l'été austral peut créer les conditions favorables à un tel développement d'espèces en limite de répartition.

## CONCLUSIONS

La présente étude, qui n'est qu'une approche préliminaire des morphologies des organismes nanoplanctoniques, met en évidence les points suivants:

- les organismes, aussi bien phyto-nanoplanctoniques que zoonanoplanctoniques, sont très divers: 58 taxons ont été observés.

- un certain nombre d'espèces nouvelles pour la région ont été reconnues ici, pour la première fois. Ce sont surtout des espèces de très petite taille, dont la détermination n'avait pas été possible, jusqu'à maintenant, par le manque de moyens d'investigation.

- de fortes concentrations d'espèces habituellement benthiques ont été observées en pleine eau. Elles sont vraisemblablement dues à une remise en suspension par l'agitation du milieu, qui résulte des vents très violents communs dans cette région.

- certains groupes sont absents du golfe du Morbihan, comme les Coccolithophoridées ou les Dinophycées, probablement à cause des conditions locales défavorables aux espèces océaniques trop sensibles et qui exigent un milieu très stable.

- enfin, quelques taxons sont ici en limite de répartition, sud ou nord. Leur développement est favorisé par les déplacements des fronts.

Ce travail trouverait un complément avec un approfondissement des observations de certains organismes encore inconnus. L'utilisation d'autres techniques pourraient permettre d'accéder à leur structure interne et de déterminer une éventuelle pigmentation.

Les variations des peuplements, tant du point de vue des successions saisonnières que géographiques (celles trouvées entre la mer ouverte et le fond des fjords du golfe du Morbihan), pourraient aboutir, en étant comparées aux conditions physico-chimiques de ces eaux, à des conclusions sur les facteurs trophiques nécessaires au développement des différents organismes. Etant donnée l'importance du nanoplancton dans la biomasse et les cycles du plancton, ce type de travail doit servir de point de départ à des études relatives à la chaîne alimentaire et aux bio-géocycles de ce milieu.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'administration des Terres Australes et Antarctiques Françaises, qui a rendu possible cette étude en permettant à l'un d'eux (Hédoin) d'effectuer un séjour d'une année (1989) dans l'archipel des Kerguelen, dans le cadre de son Service National et de la mission PROTAAF (responsable M. Crumeyrolle).

Source : MNHN, Paris

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.


BERNARD F. & LECAL J., 1960 - Plancton unicellulaire récolté dans l'océan Indien par le Charcot (1950) et le Norsel (1955-56). *Bull. Inst. Océanogr.* (Monaco), 57 (1166): 59pp.

BOOTH B.C., 1988 - Size classes and major taxonomic groups of phytoplankton at two locations in the subarctic Pacific ocean in may and august, 1984. *Mar. Biol.* (Berl.), 97: 275-286.

BOOTH B.C., LEWIN J. & NORRIS R.E., 1980 - Siliceous nanoplancton I. Newly discovered cysts from the gulf of Alaska. *Mar. Biol.* (Berl.), 58: 205-209.

BOOTH B.C. & MARCHANT H.J., 1987 - Parmales: A new order of marine Chrysophytes. 3 new genera and 7 species. *J. Phycol.*, 23 (2): 245-260.

BORY de ST VINCENT J.B.M., 1822 - Diatomaceae. *In: Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle.*, 17 vol., Paris.

BRAARUD T., 1935 - The Öst expedition to the Denmark Strait 1929 II. The phytoplankton and its conditions of growth. *Hvalradest Skr.*, 10: 1-173.

BUCK K.R. & GARRISON D.L., 1983 - Protists from the ice-edge region of the Weddell Sea. *Deep Sea Res.*, 30: 1261-1277.

BUCK K.R. & GARRISON D.L., 1988 - Distribution and abundance of Choanoflagellates (Acanthoecidae) across the ice edge zone in the Weddell sea. Antarctica. *Mar. Biol.*, 98: 263-269.

CLEVE P.T., 1873 - Examination of diatoms found on the surface of the sea of Java. *Bih. Svensk. Vet. Akad. Handl.*, I (11): 1-13.

CLEVE P.T. & GRÜNOW A., 1880 - Beitrage zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl.*, 17 (2): 1-121

COX E.J., 1979 - Taxonomic studies on the diatoms genus *Navicula* Bory: The typification of the genus. *Bacillaria*, 2: 137-153.

DEFLANDRE G., 1960 - Sur la présence de *Parvicorbicula* n. g. *socialis* (Meunier), dans le plancton de l'Antarctique. Terre Adélie. *Rev. Algol.*, 3: 183-189.

DUJARDIN F., 1841 - *Hist. nat. zoophyto.* Dujardin (ed.). Paris.

EHRENBERG C.G., 1835 - Dritter Beitrag zur Erkenntnis grossen Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. (= Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes, Separatum 1834). *Abhandl. Berl. Akad. 1833*: 145-336.

ELLIS W.N., 1930 - Recent researches on the Choanoflagellates (Craspedomonadines) (Freshwater and Marine) with descriptions of new genera and species. *Annls. Soc. R. Zool. Belg.*, 60: 49-88.

FERRARIO M.E., 1988 - Ultrastructure de 2 Taxa de la famille des Thalassiosiraceae: *Th. subtilis* var. *maxima* var. nov., *Minidiscus chilensis* présents sur les côtes de l'atlantique sud (Argentine). *Cryptogamie Algol.*, 9 (4): 311-318.

GAARDER K.R., 1954 - Coccolithineae, Silicoflagellates, Pterospermataceae and other forms from the "Michael Sars" north Atlantic Deep-sea expedition 1910. *Rep. Sars. N. Atl. Deep-Sea Exped.*, 2 (3): 1-20.

GENKAL S., 1989 - Quantitative estimation of Diatom algae using the scanning and transmission electron microscopes. *Diatom Res.*, 4 (2): 249-254.

GERLOFF J., 1968 - Elektronen mikroskopische Untersuchungen an Diatomeenschällen VI: *Potamodiscus kalbei* nov. gen., nov. spec. *Wildenowia*, 4 (3): 353-364.

GRAN H.H., 1897 - Protophyta: Diatomaceae, Silicoflagellata og Cilioflagellata. Den. Norske Nordhaus. Exped. 1876-78. *Bot. Protophyta*, 24: 1-36.

GREGORY W., 1855 - On some new species of British fresh-water Diatomaceae with remarks on the value of certain specific characters. *Proceedings of the Botanical Society of Edinburg.*: 1855.


Source : MNHN, Paris

GRÜNOW A., 1862 - Die österreichen Diatomaceen. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien.*, 12: 315-588.

HALLEGRAEFF G.M., 1983 - Scale bearing and loricate nanoplancton from East Australian current. *Bot. Mar.*, 26 (11): 493-515.

HASLE G.R., 1973 - Some marine plankton genera of the diatom family Thalassiosiraceae. *Nova Hedwigia Beih.*, 45: 1-49.

HASLE G.R., 1976 - Biogeography of marine planktonic diatom. *Deep sea res.*, 23: 319-338.

HASLE G.R., 1980 - Examination of *Thalassiosira* type material: *T. minima* and *T. delicatula*, Bacillariophyceae. Norw. *J. of botany*, 27: 167-173.

HASLE G.R., 1983 - The marine planctonic diatoms *Thalassiosira oceanica* sp. nov. and *T. partheneia*. *J. Phycol.*, 19 (2): 220-229.

HEIDEN H. & KOLBE R.W., 1925 - Die marinen Diatomeen der deutsche Südpolar Expedition 1901-1903. *Dtsch. Sudpol. Exped.*, 8 (5): 447-714.

HILL A.S. & HAWKINS S.J., 1990 - An investigation of methods for sampling microbial films on rocky shores. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 70: 77-88.

HUSTEDT F., 1942 - Diatomeen aus der Umgebung von Abisko in Schwedisch-Lappland. *Sonderdruck aus dem Archiv fur Hydrobiologie*. 39: 82-174.

HUSTEDT F., 1958 - Diatomeen aus der Antarktis und dem Südatlantik. Deutsch Antark. Exp. 1938-39. *Wiss. Ergbn.* 2 (3): 103-191.

JORGENSEN E., 1905 - Protist plankton. Diatoms in Bottom samples. *Bergens Museum Skrifft* 1905: 1-254.

KACZMARSKA I. & RUSHFORTH S.R., 1982 - Diatom Associations in blue Lake Warm Spring, Tooele County, Utah, U.S.A.. D.G. Mann (ed): *7th international Diatom Symposium. Philadelphia 1982*. Koenigstein 1984.

KOPOZYNSKA E.F., WEBER L.H. & El SAYED S.Z., 1986 - Phytoplankton species composition in the indian sector of the Antarctic Ocean. *Polar. biol.*, 6: 161-169.

KÜTZING F.T., 1833 - Synopsis Diatom acearum oder Versuch einer Systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linneae* Berlin, 8: 529-620

LANGERON M., 1949 - Précis de microscopie, 7ème édition. Collection de précis médicaux. Masson & Cie (ed.). Paris.

LEADBEATER B.S., 1978 - Other flagellates. *In: Phytoplankton manual.* A. Sournia (ed.) UNESCO: 151-153.

LOHMANN H., 1909 - Die Gehause und Gallert Blasen der Appendicularien und ihre Bedeutung für die Erforschung des Lebens im Meer. *Verhandlungen des Deutschen Zoologischen Gesellschaft*, 1909: 206-239.

MANGUIN E., 1954 - Diatomées marines provenant de l'île Heard (Australian National Antarctic Research Expedition.). *Rev. Algol. N.S.*, 1 (1): 14-24.

MANTON I. & OATES K., 1979 - Further observations on Choanoflagellates in the genus *Calliacantha* Leadbeater, with special reference to *C. multispina* sp. nov. from South Africa and Britain. *J. Mar. Ass. U.K.*, 59: 207-213.

MEUNIER A., 1910 - Microplancton des mers de Barentz et de Kara. Duc d'Orléans: Campagne Arctique de 1907. Bruxelles.

NISHIDA S., 1979 - Atlas of pacific nanoplankton. *News of the Osaka Micropaleontologists. Spec. Pap.* Micropal. Soc. Osaka. Osaka Mus. Nat. Hist., 3: 1-31.

NISHIDA S., 1985 - Modern Nannoplankton flora in the Philippine and South China Seas. *Bull. Nara Univ. Educ., (Nat.)*, 34 (2): 11-29.

NISHIDA S., 1986 - Nanoplankton flora in the southern Ocean, with special reference to siliceous varieties. *Mem. Natl. Inst. Polar. Res. Spec. Issue.* 40: 56-68.

Source : MNHN, Paris

OKUNO H., 1957 - Electron microscopical study on the fine structure of diatom frustules. XVI. *Bot. Mag.* Tokyo., 70: 216-222.

O'MEARA E., 1876 - On the diatomaceous gatherings made at Kerguelen's land by H.N. Moseley M.A.. H.M.S. Challenger. *J. Linn. Soc. Bot.*, 15: 55-59.

PANTOCSEK J., 1902 - Kieselalgen oder Bacillarien des Balaton. *In. "Resultate der Wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees"*. Herausgegeben von der Balatonsee. Kommission der Ung. Geographischen Gesellschaft. Wien. Zweiter Band, Zweiter Theil, Sect. I, Anhang. 112 p.

POULIN M., BERARD-THERRIAULT L. & CARDINAL A., 1984 a - Les diatomées benthiques des substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. I: Cocconeideae (Achnanthales, Achnantaceae). *Natur. Can.*, 111: 46-61.

POULIN M., BERARD-THERRIAULT L. & CARDINAL A., 1984 b - Les Diatomées benthiques des substrats durs des eaux marines et saumâtres du Québec. 3: Fragilarioideae (Fragilariales, Fragilariaceae). *Natur. Can.*, 111: 349-367.

RIAUX-GOBIN C. & CHRETIENNOT-DINET M.J., 1988 - Culture en semi-continu de Diatomophycées benthiques marines des îles Kerguelen .I. Evolution au cours du temps. *Mem. Soc. Roy. Belg.*, 10: 70-76.

RIVERA P. & KOCH P., 1982 - Contribution to the diatom flora of Chile II. D.G. Mann (ed): *7th international Diatom Symposium. Philadelphia 1982.* Koenigstein 1984.

SANTORE U.J., 1984 - Some aspects of taxonomy in the Cryptophyceae. *New Phytol.*, 98 (4): 627-646.

SCHMARDA L.K., 1849 - Neue Formen von Infusioren. *Denkschr. K. Akad Wiss. Wien.*, 1 (2): 9-14.

SOURNIA A., GRALL J.R. & JACQUES G., 1979 - Diatomées et dinoflagellès planctoniques, d'une coupe méridienne dans le sud de l'Océan Indien (Campagne "Antiprod I" du Marion-Dufresne, mars 1977). *Bot. Mar.*, 22: 183-198.

THOMSEN H.A., 1973 - Studies on marine Choanoflagellates of Isefjord (Denmark). *Ophelia*, 12: 1-26.

THOMSEN H.A., 1978 - Nanoplancton from the gulf of Elat (Gulf of Aqaba) with particular emphasis on Choanoflagellates., *Isr. J. Zool.* 27: 34-44.

THOMSEN H.A , 1979 - Elektron microscopical observations on brackish-water nannoplancton from the Tvärminne area S.W coast of Finland. *Acta Bot. Fennica*, 110: 11-37.

THRONDSEN J., 1969 - Flagellates of Norwegian Coastal waters. *Nytt. Mag. Bot.*, 16 (3-4): 161-216.

THRONDSEN J., 1970 - Marine planktonic Acanthoecaceans (Craspedomonadines) from arctic waters. *Nytt. Mag. Bot.*, 17: 103-111.

THRONDSEN J., 1973 - Phytoplancton occurence and distribution on stations sampled during the SCOR WG 15 cruise to the Caribbean Sea, Pacific Ocean and Sargasso Sea in May 1970, based on direct cell counts. Data Report SCOR Discoverer expedition May 1970, Scripps Institute of Oceanography Reference 73-16, University of California, D: 1-28.

TSOY I. B.,1988 - Neogene Diatom Assemblages of the Japan Sea. Heikki Simola (ed.): *International Diatom Symposium. Joensuu, Finland, 1988.* Koenigstein 1990.

VAN HEURCK H., 1880 à 1885 - Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. Van Heurck (ed.). 120 p. 132 pl.

ZERNOVA V.V., 1970 - Phytopankton of the Southern Ocean. Holdgate M.W. (ed.). *Antarctic Ecology.* Academic Press, London: 136-142.

ZHUSE A.P., KOZLOEVA G.S. & Nagaeva G.A., 1962 - Diatoms in the surface layer of sediments in the indian sector of the Antarctic. *Trudy Inst. Okeanol.*, 61: 19-92.


Source : MNHN, Paris

## LÉGENDES DES PLANCHES

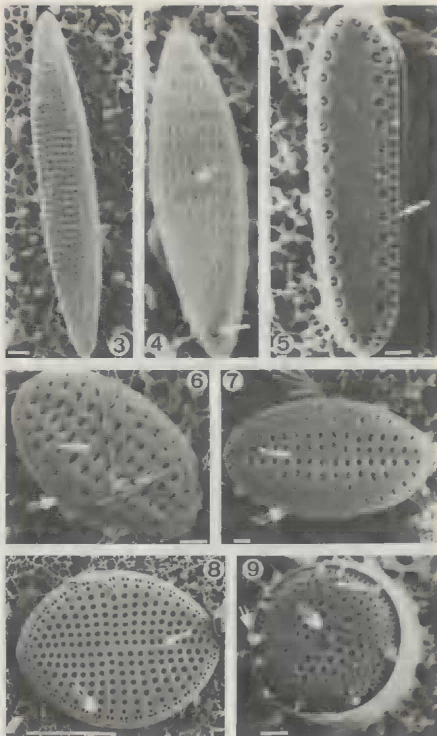
Fig. 3: *Nitzschia frustulum* var. *perminuta*. C'est l'organisme le plus fréquemment rencontré au cours de cette étude. Fig. 4: *Navicula* sp. 1. Flèche simple: nodules apicaux. Flèche double: aire centrale rectangulaire. Fig. 5: *Thalassionema nitzschioides* var. *parva*. Les aréoles (flèche) ont une forme particulière, très reconnaissable. Fig. 6 et 7: *Cocconeis* sp.. La dépression séparant les rangs d'aréoles parallèles au pseudoraphé et au bord de la marge est plus visible sur la figure 7. Flèche simple: pseudoraphé. Flèche double: petite aréole proche du bord de la valve. Fig. 8: *C. scutellum*. var. *ornata*. Cette espèce se situe à la limite de taille du nanoplancton. Flèche simple: pseudoraphé. Flèche double: division des rangs d'aréoles au bord de la valve. Fig. 9: *Thalassiosira minima*. Flèche simple: processus renforcé. Flèche double: processus labié. Flèche triple: processus central, dépassant peu de la surface de la valve. (Echelle: 1 $\mu$m sauf Fig. 8: 10 $\mu$m.)

Fig. 10: *Minidiscus chilensis*. Ne possède pas de processus marginaux comme *Thalassiosira sp*. Flèche simple: élévation externe. Flèche double: processus labié reconnaissable par sa forme allongée. Fig. 11 et 12: Parmales. Le bord des plaques, surélevé, permet de délimiter les éléments siliceux formant le frustule. Fig. 11: *Tetraparma pelagica*. Flèche: épine courte au centre des plaques circulaires. Fig. 12: *Triparma laevis*. Flèches: expansions asymétriques en forme d'ailes qui permettent de définir une face ventrale. Fig. 13: *Pyramimonas* sp.. Flèche: écailles visibles à la surface du corps cellulaire. Fig. 14: Cryptophycée. Fig. 15: *Anisonema* sp.. Flèche: mastigonèmes bien conservés sur le grand flagelle. (Echelle: 1 $\mu$m, sauf Fig 13: 10 $\mu$m.)

Fig. 16: *Acanthoecopsis unguiculata*. Flèche: épines antérieures en baguettes siliceuses, prolongeant les côtes de la loge postérieure. Fig. 17: *Stephanoeca diplocostata*. Flèche simple: loge postérieure. Flèche double: Côtes transverses accolées à la base de la loge postérieure. Fig. 18: *Parvicorbicula socialis*. Flèche simple et double: côtes transverse postérieure et antérieure. Flèche triple: corps cellulaire situé au centre de la partie postérieure de la loge. La forme conique a été aplatie lors du dépôt sur le filtre. Fig. 19: Écaille isolée de *Pinaciophora denticulata*. La bordure perforée de petits trous (flèche) entoure la partie hyaline centrale, où se trouvent des trous de grands diamètre. Fig. 20: Organisme indéterminé 1. La dépression centrale n'est pas constante sur les observations. Flèche: pédicelle portant les "soies". Fig. 21: Organisme amiboïde. Flèche: pseudopodes. (Echelle: 1 $\mu$m, sauf Fig. 21: 10 $\mu$m.)

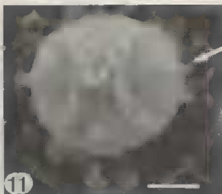
Fig. 22: Photographie pour comptage des bactéries. Le grossissement choisi, 3000, permet de repérer ces très petits organismes (flèche). Fig. 23: Au grossissement 200, les Euglenophycées *Anisonema* sp. (flèche 1) apparaissent en nombre suffisamment important sur la photographie pour faire l'objet d'un comptage, tandis que les Diatomophycées pennées (flèche 2) sont encore assez distinctes pour pouvoir être dénombrées.

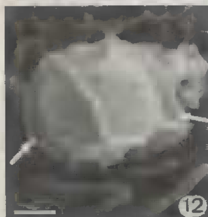
Source : MNHN, Paris

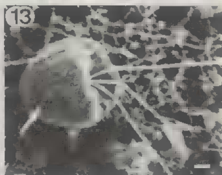



Source : MNHN, Paris



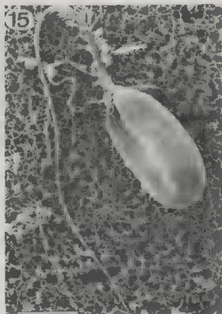



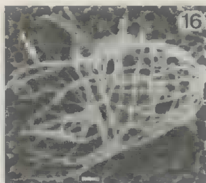



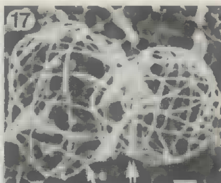


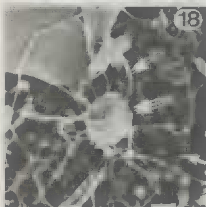





Source : MNHN, Paris

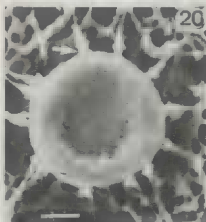












Source : MNHN, Paris







Source : MNHN, Paris